Mai 2014 Série technique 14-101

Conception et construction de la Maison durable construite pour le Nord – Inuvik (Territoires du Nord-Ouest)

INTRODUCTION

La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) travaille avec des fournisseurs de logements du Nord pour imaginer, concevoir, construire et étudier des maisons innovantes hautement éconergétiques dans chacun des trois territoires. Elle souhaite ainsi favoriser la conception d'habitations fidèles aux principes du développement durable dans le Nord. Cette initiative a aussi pour objectifs de faire la démonstration de méthodes permettant de créer des maisons à la fois abordables, éconergétiques et durables qui puissent combler les besoins locaux en matière d'habitation tout en tenant compte des intérêts des futurs occupants et de ceux de la collectivité et des autres parties prenantes. Chaque maison de démonstration a vu le jour à la suite d'un processus similaire : au moyen d'une charrette de conception intégrée, les concepteurs ont sollicité la participation des gens du milieu où la maison allait être construite afin que l'opinion des parties prenantes soit entendue et que le projet soit bien reçu. Les participants ont travaillé à créer des concepts architecturaux susceptibles de réduire d'au moins 50 % la consommation d'énergie par rapport au Code modèle national de l'énergie pour les habitations (CMNEH) de 1997 et ont fait en sorte de respecter les besoins culturels particuliers de la communauté locale quant à la fonctionnalité des espaces de vie.

Ce Point en recherche résume le processus de conception et de construction de la Maison durable construite pour le Nord à Inuvik, une réalisation de la Société d'habitation des Territoires du Nord-Ouest (SHTNO). La SHTNO a pour mandat de donner accès à des logements abordables de qualité et de taille convenables pour les habitants du Nord. C'est l'Association d'habitation d'Inuvik (AHI) qui entretient et exploite les deux maisons jumelées au nom de la SHTNO (figure 1).

Charrette de conception

Un atelier sur la réalisation d'une maison a été tenu à Inuvik en février 2009, lequel a été suivi par une charrette de conception en avril. Il s'agissait d'encourager la population locale et les organismes du milieu à donner leur opinion et à faire part de leurs aspirations au sujet du projet. Les suggestions recueillies lors de la charrette et de l'atelier sont venues de différents intervenants, notamment les aînés de la communauté représentant les Gwich'in et les Inuvialuit, des participants issus de l'administration municipale, des enseignants, des étudiants, des fonctionnaires de l'administration territoriale, des entrepreneurs ainsi que le grand public.

Figure 1 La Maison durable construite pour le Nord à Inuvik, une réalisation de la Société d'habitation des Territoires du Nord-Ouest (SHTNO)

Canada

SCHL CMHC
AU CŒUR DE L'HABITATION

Tout au long de ce processus, la SHTNO et la SCHL s'étaient donné pour objectifs :

- de produire un modèle de maison (deux maisons jumelées dans ce cas) qui serait facile et économique à entretenir, et qu'il serait possible de construire avec les ressources locales;
- de créer des concepts et des composants qui pourraient être reproduits ailleurs dans les Territoires du Nord-Ouest pour d'autres projets moyennant des modifications mineures;
- de concevoir et construire un prototype qui obtiendrait au moins une cote ÉnerGuide pour les maisons de 85, puis d'en faire la démonstration.

Lors de la charrette, les consultations ont fait ressortir les intérêts suivants des différents intervenants :

- concept en rez-de-chaussée pour faciliter l'accès de la maison aux aînés et préserver le caractère traditionnel des habitations, qui consiste à demeurer « près du sol »;
- un aménagement intérieur à aires ouvertes pour favoriser les rencontres entre amis ou membres de la famille;
- de multiples issues pour accroître la sécurité;
- des dispositifs permettant de réduire les gains de chaleur excessifs, en été, à travers les fenêtres donnant au sud;
- un confort accru au niveau du plancher en ce qui concerne le chauffage;
- une réduction des impacts sur l'environnement afin de coexister plus harmonieusement avec la nature.

L'équipe de conception a exploré et mis au point un certain nombre de plans, notamment un bâtiment à deux étages, un autre à un étage et demi et un autre en rez-de-chaussée. Elle a envisagé plusieurs options de murs hautement isolés et étanches à l'air, dont elle a déterminé le prix, avant d'arrêter son choix sur une double ossature murale. Dans la foulée du processus de conception intégré au sein de la communauté d'Inuvik, l'équipe de conception a présenté un modèle pour le concept proposé à l'occasion du forum sur le logement du Nord tenu à Inuvik en mars 2010, puis aux principales parties prenantes d'Inuvik en juin 2010.

Caractéristiques de conception

La Maison durable construite pour le Nord est un immeuble de plain-pied construit selon un concept à aire ouverte. Le bâtiment a une superficie totale de 247 m^2 (2 656 pi^2) et compte deux maisons jumelées de 119 m^2 (1 277 pi^2) ainsi qu'un local technique de 9,5 m^2 (102 pi^2) (voir la figure 2). L'enveloppe du bâtiment est à isolation supérieure, une chaudière à condensation à haut rendement dessert les deux logements, et chacun d'eux possède un ventilateur récupérateur de chaleur et un chauffe-eau solaire intégré à la chaudière, qui fonctionne au moyen de capteurs solaires plans vitrés. Une installation photovoltaïque solaire de 3,6 kW raccordée au réseau de distribution d'électricité local complète le tout.

Ossature

Les deux maisons sont assises sur des fondations tridimensionnelles réalisées avec des tubes d'acier rigides supportés par des semelles déposées sur un lit de gravier. Le terrain a été préparé en octobre 2009 par la SHTNO. Une fois les fondations tridimensionnelles installées, on a pu faire livrer et mettre en place en décembre 2010 un plancher constitué de panneaux structuraux isolés. Ce plancher préfabriqué a pu être monté rapidement à pied d'œuvre et a procuré une isolation thermique de RSI 9,3 (valeur nominale de R 50) ainsi qu'une bonne étanchéité à l'air.

Pour le toit, des fermes à talon relevé ont été conçues sur mesure afin de recevoir une quantité supplémentaire d'isolant dans le vide sous toit, surtout à l'arrière du bâtiment, là où la hauteur entre le platelage de toit et le plafond fini est la plus basse. En outre, les fermes à talon relevé permettent de créer une pente plus abrupte (75°) pour recevoir les panneaux solaires.

Enveloppe

L'enveloppe des deux maisons jumelées bénéficie d'une excellente isolation thermique (voir la figure 2) :

- mur à double ossature : RSI 8,1 (R 46)
- portes principales et contre-portes : RSI 0,98 (R 5,6)
- fenêtres sur la façade nord : RSI 0,97 (R 5,5 – arrière du bâtiment)

Figure 2 Plan de la Maison durable construite pour le Nord à Inuvik (Source : SHTNO)

- fenêtres sur la façade sud : RSI 0,74 (R 4,2 – avant du bâtiment)
- plafond : calculé à RSI 14,1 (R 80)
- plancher au-dessus du vide sanitaire : RSI 9,3 (R 53)

Le concept du mur à double ossature a été retenu parmi plusieurs systèmes d'ossature murale pour sa performance thermique supérieure, ses coûts supplémentaires raisonnables, la possibilité d'utiliser la main-d'œuvre locale, la facilité relative de son assemblage, l'emploi de matériaux de construction traditionnels et sa faible charge combustible (isolant en laine minérale). On a pu réduire au minimum les ponts thermiques en décalant les poteaux de l'ossature interne par rapport à ceux de l'ossature externe.

Chauffage des locaux

Les maisons jumelées sont équipées d'une chaudière à condensation, à brûleur modulant et à haut rendement fonctionnant au gaz naturel. L'appareil répond aux besoins de chauffage de l'eau et des locaux des deux maisons. Un réseau de canalisations de chauffage raccordé à une pompe court dans chacune des unités. Un régulateur module la température de l'eau dans la chaudière en fonction de la température extérieure, afin de permettre à l'installation de chauffage de réagir plus rapidement aux fluctuations de la température extérieure.

Les deux maisons jumelées partagent un local technique commun (voir la figure 3), situé à l'arrière de la maison et doté d'une entrée séparée à partir de l'extérieur. Cette configuration est avantageuse du fait qu'elle permet d'assourdir le bruit et d'assurer une bonne protection contre les incendies, tout en donnant accès à cette pièce pour les besoins d'entretien et de service sans devoir déranger les occupants de l'une ou l'autre des maisons.

Chauffe-eau solaire

L'eau circulant dans cet appareil est préchauffée par quatre capteurs solaires plans vitrés. Un échangeur de chaleur à double paroi transfert la chaleur du circuit du panneau jusqu'au circuit du réservoir de stockage. L'eau préchauffée est ensuite acheminée vers le réservoir d'eau chaude domestique où elle est chauffée davantage, au besoin, à l'intérieur d'une boucle raccordée à la chaudière.

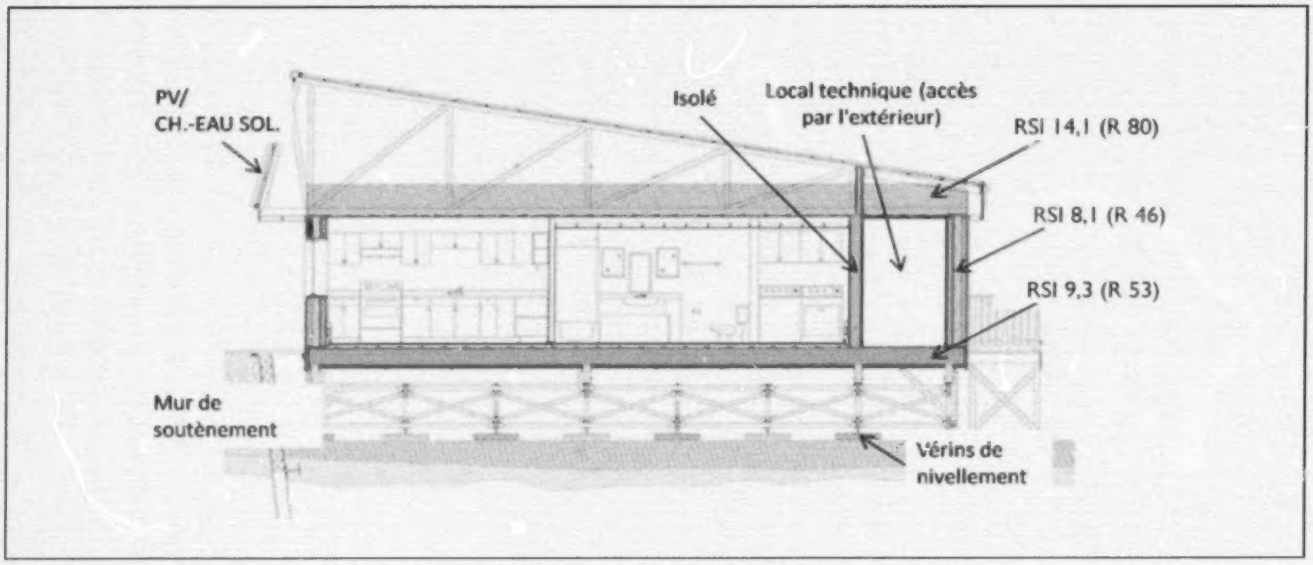

Figure 3 Coupe du bâtiment – Maison durable construite pour le Nord (Source : SHTNO)

Ventilation mécanique

Chaque maison est dotée d'un ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) qui procure de l'air frais préchauffé à chaque pièce. L'air vicié est extrait des salles de bains et des cuisines et repasse par le VRC. Un serpentin de préchauffage à eau chaude a été installé dans les conduits d'admission d'air pour préchauffer l'air très froid de l'extérieur avant qu'il atteigne le noyau du VRC. En procédant ainsi, on évite le gel du noyau et on s'assure que l'air de ventilation qui pénètre dans les maisons est à une température confortable pour les occupants.

Panneaux solaires photovoltaïques

Chaque maison est munie de huit panneaux photovoltaïques de 224 watts, installés à un angle de 75° directement sur le toit, pour une puissance nominale totale de 1 792 W par maison. Un onduleur raccordé au réseau public d'électricité convertit le courant continu des panneaux photovoltaïques en courant alternatif. L'électricité solaire ainsi produite est d'abord consommée par les charges de la maison, et l'excédent d'énergie est acheminé au réseau de distribution par le biais d'un compteur bidirectionnel.

Modélisation énergétique des options de conception pour la Maison durable construite pour le Nord

La SHTNO s'est donné pour objectifs d'atteindre une cote ÉnerGuide pour les maisons (EGM) de 85 (Ressources naturelles Canada, 2011) et de pouvoir réduire la consommation d'énergie d'au moins 50 % par rapport aux prescriptions du Code modèle national de l'énergie pour les habitations (CMNEH) de 1997. Le logiciel HOT2000 de Ressources naturelles Canada, qui simule la consommation d'énergie des habitations, a servi à modéliser la version finale des maisons jumelées. Cette modélisation a permis de déterminer que la Maison durable construite pour le Nord obtiendrait une cote EGM de 87, soit deux points de plus que la cible visée. Selon HOT2000, pour chaque logement, la consommation d'électricité et de gaz naturel devrait être, respectivement, de 7 040 kWh et de 46 GJ par année. En fonction des tarifs actuels (juin 2013), les coûts d'électricité et de gaz naturel atteindraient, respectivement, 4 770 $ et 1 980 $ par année pour chaque logement.

Par ailleurs, la modélisation effectuée avec l'outil RETScreen a estimé que les modules de huit panneaux photovoltaïques prévus pour chaque maison permettraient d'éviter l'achat d'environ 2 040 kWh d'électricité par maison par année.

Cela représente une économie annuelle d'approximativement 1 385 $ par maison et des réductions d'émissions de gaz à effet de serre de l'ordre de 1,23 tCO_2e (tonnes de CO_2 équivalent) par maison.

L'analyse RETScreen a aussi estimé que le chauffe-eau solaire à deux panneaux de chaque maison entraînerait une réduction annuelle de la consommation de gaz naturel d'environ 12,6 GJ par maison, soit une économie annuelle de quelque 540 $ par maison (au tarif de gaz de 41,00 $/GJ) ainsi qu'une diminution annuelle des émissions de gaz à effet de serre de 0,5 tCO_2e par maison (en juin 2013).

Comparativement à une maison équivalente construite à Inuvik selon les normes du CMNEH de 1997, la Maison durable construite pour le Nord devrait permettre d'économiser 5 800 $ d'électricité et 2 100 $ de gaz naturel par année en fonction des tarifs payés par l'Association d'habitation d'Inuvik (juin 2013).

Tableau 1 Coûts de contruction (estimation)

TOTAL	**1 026 165 $**
Aménagement du terrain et du mur de soutènement	150 000 $
Coût du terrain	0 $
Coût total de construction des maisons	**876 165 $**
Prix de l'offre - inclut les composants solaires, mais pas la mise en service des installations; exclut le terrain et les matériaux des fondations tridimensionnelles	813 000 $
Fondations tridimensionnelles - le coût des matériaux des fondations tridimensionnelles n'est pas compris dans la soumission	55 000 $
Mise en service des installations solaires	8 165 $

Le total des sommes supplémentaires qu'il a fallu payer pour les caractéristiques durables majeures a été estimé à 228 101 $. Ce montant inclut des coûts accrus de 169 976 $ pour les matériaux supplémentaires, le temps d'installation et l'expédition du plancher en panneaux structuraux isolés, le mur à double ossature, la commande spéciale pour les fermes à talon relevé, l'isolant additionnel dans le vide sous toit, les portes en fibre de verre, les fenêtres en fibre de verre à triple vitrage (au lieu de doubles vitrages), les fenêtres en fibre de verre à quadruple vitrage, la chaudière à haut rendement, le réservoir à eau chaude et les systèmes mécaniques, dont les VRC. Les composants du chauffe-eau solaire et des panneaux photovoltaïques ainsi que leur mise en service – aussi inclus dans les coûts additionnels totaux – ont été évalués à 58 000 $.

CONCLUSION

Selon le logiciel de modélisation HOT2000, chacune des maisons jumelées obtiendrait une cote EGM de 87, ce qui permettrait de dépasser l'objectif d'une cote de 85 fixé au moment de la conception du bâtiment. Cette cote placerait ces deux maisons dans la même catégorie que les maisons neuves les plus éconergétiques du marché canadien. Comparativement à une maison équivalente construite à Inuvik selon les normes du CMNEH de 1997, la Maison durable construite pour le Nord devrait consommer environ pour 5 800 $ (8 600 kWh) de moins en électricité et 2 100 $ (49 GJ) de moins en gaz naturel annuellement (données de juin 2013).

Conséquences pour le secteur de l'habitation

La construction de ce bâtiment montre que les technologies et les pratiques en matière de développement durable peuvent être mises à contribution avec succès même dans un contexte très difficile comme le Grand Nord. À cet égard, les charrettes de conception intégrées ont un rôle à jouer dans la transformation de l'industrie locale, des consommateurs et des attitudes, ainsi que dans la sensibilisation et l'information au sujet des maisons très performantes. La mobilisation de toutes les parties prenantes dès la planification et jusqu'à la mise en service du bâtiment peut contribuer à l'atteinte des objectifs visés par les concepteurs de projets d'habitation novateurs. Le bâtiment dont il est ici question a aussi permis de démontrer l'importance des protocoles d'assurance de la qualité pour faire en sorte que les matériaux et les systèmes soient mis en œuvre tel que prévu et qu'ils se comportent selon les attentes. Enfin, les concepteurs ont été à même de montrer comment les installations à énergie solaire et d'autres technologies et pratiques peuvent être appliquées à des habitations destinées au Grand Nord et d'expliquer les défis associés au déploiement et à l'entretien de ces systèmes et installations.

Directeur de projet à la SCHL : Cate Soroczan

Consultants pour le projet de recherche :
Arctic Energy Alliance

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la ***Loi nationale sur l'habitation,*** le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent Point en recherche fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets ***Le Point en recherche*** et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web au

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : 1-800-668-2642
Télécopieur : 1-800-245-9274

68121

©2014, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL 16-05-14

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.